सहायक प्राध्यापक लिखित परीक्षा
पाठ्यक्रम–भौतिक शास्त्र

1. भौतिकी की गणितीय विधियाँ:– विमीय विश्लेषण, सदिश बीज–गणित और सदिश कलन, रैखिक बीजगणित, मैट्रिक्स, कैले–हैमिल्टन प्रमेय, आइगनमान समस्यायें, रैखिक अवकल समीकरण, विशेष फलन (हरमाइ, बैसल, लॉगुरे और लेजेन्ड्री), फोरियर श्रेणी, फोरियर और लाप्लास रूपान्तरण, सम्मिश्र विश्लेषण की अवधारणा, लौरेण्ट श्रेणी–पोल्स, रेसीड्यूस एवं समाकलनों का मान निकालना, टेन्सर्स का प्रारंभिक ज्ञान, समूह सिद्धान्त का प्रारंभिक ज्ञान, एस यू (2), ओ (3), कम्प्यूटेशनल तकनीकों के तत्व फलनों के रूट्स, इंटरपोलेशन, एक्स्ट्रापोलेशन, ट्रेपजाइड और सिम्पसन नियम द्वारा समाकलन, रून्जे–कुट्टा विधि का उपयोग कर प्रथम कोटि की अवकल समीकरण का हल, निश्चित अवकल विधियाँ, प्रायिकता सिद्धान्त का प्रारंभिक ज्ञान, रेन्डम वैरिएबल्स, द्विपद, पॉइसा और सामान्य वितरण।
2. चिरसम्मत् यांत्रिकी:– न्यूटन के नियम, कला आकाश गतिकी, स्थायित्व विश्लेषण, केन्द्रीय द्विकण बल गति, संघट्ट, प्रयोगशाला और द्रव्यमान–केन्द्र निर्देश तन्त्र में प्रकीर्णन, दृढ़ वस्तु गतिकी, जड़त्व आघूर्ण टेंसर, अजड़लीय निर्देश तन्त्र और छद्मबल, वैरिएशनल सिद्धान्त, लेग्रेन्जियन एवं हैमिल्टोनियन फॉरमेलिज्म और गति समीकरण, पॉइसा ब्रेकेट्स और कैनोनीकल रूपान्तरण, सममिति, इन्वैरियन्स (निश्चरता) और संरक्षण नियम, चक्रीय निर्देशांक, आवर्त गति, अल्प दोलन और सामान्य विधियाँ, सापेक्षता का विशिष्ट सिद्धान्त, लॉरेन्ज रूपान्तरण, सापेक्षकीय गतिकी और द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यता।
3. विद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त:– वैद्युतस्थैतिकी : गॉस नियम और इसके अनुप्रयोग, लाप्लास और पॉइसां समीकरण, सीमा मान समस्याएँ, स्थिरचुम्बकत्व : बायोसॉवर्ट नियम, ऐम्पियर की प्रमेय, विद्युत चुम्बकीय प्रेरण, मैक्सवेल समीकरण मुक्त आकाश एवं रैखिक समांगी माध्यम में, क्षेत्रों के लिए सीमा दशायें, सदिश एवं अदिश विभव, गेज अपरिवर्तन, विद्युत चुम्बकीय तरंगे मुक्त आकाश, परावैद्युत एवं चालकों में, परावर्तन और अपवर्तन, ध्रुवण, फ्रेनेल का नियम, व्यतिकरण, कला संबंद्ध और विवर्तन, प्लाज्मा में विक्षेपण–सम्बन्ध, लॉरेंज निश्चरता मैक्सवेल समीकरणों के लिए ट्रांसमिशन लाईंस एवं तरंग गाइड्स, स्थिर एवं समांगी विद्युत चुम्बकीय क्षेत्रों में आवेशित करण की गति, गतिशील आवेशित कणों से विकिरण, द्विध्रुव एवं रिटार्डेट विभव।
4. क्वांटम यांत्रिकी:– तरंग–कण द्वैतवाद, तरंग फलन निर्देशांक और संवेग निरूपणों में, कम्यूटेटर्स और हाईजेनवर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त, मैट्रिक्स निरूपण, डिराक के ब्रॉ एवं केट संकेत, श्रोडिंगर समीकरण (समय पर निर्भर और समय पर अनिर्भर), आइगन समस्याएँ जैसे एक बॉक्स में कण, आवर्ती दोलित्र एवं अन्य, अवरोध से सुरंगन, केन्द्रीय विभव में गति, कक्षीय कोणीय संवेग, कोणीय संवेग बीज गणित, चक्रण, कोणीय संवेगों का योग, हाइड्रोजन परमाणु, चक्रण–कक्षीय युग्मन, सूक्ष्म संरचना, समय पर अनिर्भर परटर्वेशन सिद्धान्त एवं इसके अनुप्रयोग, वैरिएशन विधियाँ, WKB एप्रोक्सीमेशन, समय पर निर्भर परटर्वेशन सिद्धान्त और फर्मी गोल्डन नियम, संक्रमण नियम, विकिरण का अर्द्धचिरसम्मत् सिद्धान्त, प्रकीर्णन का प्रारंभिक ज्ञान, फेज शिफ्ट्स, आंशिक तरंगे, बोर्न एप्रोक्सीमेशन, समरूप कण, पॉली अपवर्जन सिद्धान्त, चक्रण–सांख्यिकी संबंध, आपेक्षकीय क्वांटम यांत्रिकी, क्लाइन–गॉर्डन और डिराक समीकरण।

5. ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय भौतिकी:– ऊष्मागतिकी के नियम और उनके अनुप्रयोग, ऊष्मागतिक विभव, मैक्सवेल समीकरण, रासायनिक विभव, कला समानता, कला आकाश, सूक्ष्म और स्थूल अवस्थाएँ, माइक्रोकैनोनीकल, कैनोनीकल एवं ग्रांड कैनोनीकल संयोजन और विभाजक फलन, मुक्त ऊर्जा और इसके सम्बन्ध ऊष्मागतिक क्वांटिटीज के साथ, प्रथम एवं द्वितीय कोटि के अवस्था परिवर्तन, चिर–सम्मत् एवं क्वांटम सांख्यिकी, आदर्श फर्मी और बोस गैसें, विस्तारित समानता के सिद्धान्त, कृष्णपिंड विकिरण और प्लांक वितरण नियम, बोस–आइन्सटाइन संघनन, रेंडम वॉक और ब्राउनियन गति, असमानता प्रक्रिया का परिचय, विसरण समीकरण।

6. इलेक्ट्रानिकी:– अर्द्धचालक युक्तियाँ डायोड सहित, संधियाँ, ट्रांजिस्टर्स, क्षेत्र प्रभाव युक्तियाँ, समांगी और असमांगी जंक्शन युक्तियाँ, युक्ति संरचना, युक्ति विशेषताएँ, आवृति निर्भरता और अनुप्रयोग, प्रकाश इलेक्ट्रानिक युक्तियाँ, सोलर सेल सहित, प्रकाश संसूचक और प्रकाश उत्सर्जक डायोड, उच्च–आवृति युक्तियां जनरेटर्स और संसूचकों सहित, आपरेशनल प्रवर्धक और इनके उपयोग, डिजिटल तकनीकें और उपयोग (रेजिस्टर्स, काउन्टर्स, कम्पेरेटर्स और समरूपी परिपथ), एनालोग से डिजिटल तथा डिजिटल से एनालोग परिवर्तक, माइक्रोप्रोसेसर और सूक्ष्म नियंत्रक।

7. प्रायोगिक तकनीकें एवं डाटा विश्लेषण:– डाटा निरूपण एवं विश्लेषण उचित एवं उपयुक्त त्रुटियों का विश्लेषण, त्रुटियों का प्रसार, न्यूनतम वर्ग फिटिंग, रैखिक एवं अरैखिक वक्र फिटिंग, काई–वर्ग परीक्षण, ट्रांसड्यूसर्स (ताप, दाब/निर्वात, चुम्बकीय क्षेत्र, दोलन, प्रकाशकीय और कण संसूचक), मापन और नियंत्रण, सिग्नल कंडीशनिंग और रिकवरी, प्रतिबाधा सुमेलन, प्रवर्धक (आपरेशनल प्रवर्धक आधारित, इंट्रूमेन्टेशन प्रवर्धक, पुनर्निवेशी), फिल्टरिंग एवं नॉइज रिडक्शन, शील्डिंग और ग्राउंडिंग, फोरियर रूपान्तरण, लॉक–इन संसूचक, बॉक्स–कार इंटीग्रेटर, माडुलन तकनीकें। उपरोक्त प्रायोगिक एवं विश्लेषक तकनीकों के उपयोग– अंडरग्रेडुएट एवं ग्रेडुएटलेवल प्रयोगशाला प्रयोगों में।

8. परमाणविक एवं आणविक भौतिकी:– परमाणु में इलेक्ट्रान की क्वांटम अवस्थाएँ, इलेक्ट्रान चक्रण, स्टर्न–गरलाक प्रयोग, हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम, हीलियम स्पेक्ट्रम और क्षारीय परमाणु स्पेक्ट्रम, हाइड्रोजन के ऊर्जा स्तरों में आपेक्षकीय संशोधन, हाइपरफाइन संरचना एवं आइसोटापिक शिफ्ट, स्पेक्ट्रमी रेखाओं की चौड़ाई, LS एवं jj युग्मन, जीमन, पाश्चन एवं स्टार्क प्रभाव, X किरण स्पेक्ट्रमिति, इलेक्ट्रान चक्रण अनुनाद, नाभिकीय चुम्बकीय अनुनाद, रासायनिक शिफ्ट, रोटेशनल, दोलनीय, इलेक्ट्रानिक और रमन स्पेक्ट्रम द्विकण अणु का, फ्रेंक– कांडन सिद्धान्त एवं संक्रमण नियम, स्वतः एवं उद्दीप्त उत्सर्जन, आइन्सटाइन के A व B नियतांक, लेसर, प्रकाशकीय पम्पिंग, संख्या उत्क्रमण, रेट समीकरण, अनुनादकीय मोड्स और कोहेरेंस लंबाई।

9. संघनित अवस्था भौतिकी:– ब्रेबाइस जालक, रेसीप्रोकल (व्युत्क्रम) जालक, विवर्तन और संरचना गुणक, ठोसों में बंधन, प्रत्यास्थ गुण, फोनॉन, जालक विशिष्ट ऊष्मा, मुक्त इलेक्ट्रान मॉडल और इलेक्ट्रानिक विशिष्ट ऊष्मा, रेस्पोंस एवं रिलेक्शेसन गुण, ड्रूडे मॉडल विद्युत एवं उष्मीय चालकता के लिए, हौल प्रभाव, विद्युत उष्मा शक्ति, प्रतिचुम्बकत्व, अनुचुम्बकत्व और लौह चुम्बकत्व, आवर्ती विभव में इलेक्ट्रान की गति, बैण्ड सिद्धान्त चालकों के लिए, कुचालक और अर्द्धचालक, अतिचालकता, टाईप–I एवं टाईप–II अतिचालक, जॉसेफसन संधियाँ, डिफेक्ट्स एवं डिस्लोकेशन्स, पदार्थ की नियमित अवस्थाएँ, स्थानांतरीय एवं ओरियन्टेशनल आर्डर, द्रव कणीय आर्डर के प्रकार, चालकीय पॉलीमर्स, क्वासी क्रिस्टल्स।

10. नाभिकीय एवं कण भौतिकीः– आधारभूत नाभिकीय गुण, आकार, आवेश वितरण, चक्रण एवं पैरिटी, बंधन ऊर्जा, अर्द्धमूलानुपाती सूत्र, द्रव बूंद मॉडल, विखण्डन एवं संलयन, नाभिकीय बल की प्रकृति, नाभिकीय कणों के विभव का रूप, आवेश–अनिर्भर और आवेश सममिति नाभिकीय बलों के लिए, आइसोस्पिन, ड्यूट्रान समस्या, सेल संरचना के बारे में तथ्य, एक–कण सेल मॉडल इसकी प्रायोगिकता एवं सीमाएँ, रोटेशनल स्पेक्ट्रा, अल्फा, बीटा एवं गामा क्षय का प्रारंभिक ज्ञान और इनके लिए संक्रमण नियम, नाभिकीय अभिक्रियाएँ, अभिक्रिया प्रक्रम, यौगिक नाभिक एवं सीधे अभिक्रियाएँ, मूलभूत बलों का वर्गीकरण, मूल कण (क्वार्क्स, बैरिआन्स, मेसान्स, लेप्टान्स), चक्रण एवं पैरिटी असाइनमेंट्स, विचित्रता, गेलमन–निशिजिमा सूत्र, C,P और T निश्चरता और सममिति आर्ग्यूमेन्ट्स का कण अभिक्रियाओं के लिए उपयोग, बीक इंटरेक्शन में पेरिटी का असंरक्षण, आपेक्षकीय गतिकी।

Assistant Professor Written Examination
Syllabus of Physics

I. Mathematical Methods of Physics

Dimensional analysis; Vector algebra and vector calculus; Linear algebra, matrices, Cayley Hamilton theorem, eigenvalue problems; Linear differential equations; Special functions (Hermite, Bessel, Laguerre and Legendre); Fourier series, Fourier and Laplace transforms; Elements of complex analysis: Laurent series-poles, residues and evaluation of integrals; Elementary ideas about tensors; Introductory group theory, SU(2), O(3); Elements of computational techniques: roots of functions, interpolation, extrapolation, integration by trapezoid and Simpson's rule, solution of first order differential equations using Runge-Kutta method; Finite difference methods; Elementary probability theory, random variables, binomial, Poisson and normal distributions.

II. Classical Mechanics

Newton's laws; Phase space dynamics, stability analysis; Central-force motion; Two-body collisions, scattering in laboratory and centre-of-mass frames; Rigid body dynamics, moment of inertia tensor, non-inertial frames and pseudoforces; Variational principle, Lagrangian and Hamiltonian formalisms and equations of motion; Poisson brackets and canonical transformations; Symmetry, invariance and conservation laws, cyclic coordinates; Periodic motion, small oscillations and normal modes; Special theory of relativity, Lorentz transformations, relativistic kinematics and mass–energy equivalence.

III. Electromagnetic Theory

Electrostatics: Gauss's Law and its applications; Laplace and Poisson equations, boundary value problems; Magnetostatics: Biot-Savart law, Ampere's theorem, electromagnetic induction; Maxwell's equations in free space and linear isotropic media; boundary conditions on fields at interfaces; Scalar and vector potentials; Gauge invariance; Electromagnetic waves in free space, dielectrics, and conductors; Reflection and refraction, polarization, Fresnel's Law, interference, coherence, and diffraction; Dispersion relations in plasma; Lorentz invariance of Maxwell's equations; Transmission lines and wave guides; Dynamics of charged particles in static and uniform electromagnetic fields; Radiation from moving charges, dipoles and retarded potentials.

IV. Quantum Mechanics

Wave-particle duality; Wave functions in coordinate and momentum representations; Commutators and Heisenberg's uncertainty principle; Matrix representation; Dirac's bra and ket notation; Schroedinger equation (time-dependent and time-independent); Eigenvalue problems such as particle-in-a-box, harmonic oscillator, etc.; Tunneling through a barrier; Motion in a central potential; Orbital angular momentum, Angular momentum algebra, spin; Addition of angular momenta; Hydrogen atom, spin-orbit coupling, fine structure; Time-independent perturbation theory and applications; Variational method; WKB approximation;

Time dependent perturbation theory and Fermi's Golden Rule; Selection rules; Semi-classical theory of radiation; Elementary theory of scattering, phase shifts, partial waves, Born approximation; Identical particles, Pauli's exclusion principle, spin-statistics connection; Relativistic quantum mechanics: Klein Gordon and Dirac equations.

V. Thermodynamic and Statistical Physics

Laws of thermodynamics and their consequences; Thermodynamic potentials, Maxwell relations; Chemical potential, phase equilibria; Phase space, micro- and macrostates; Microcanonical, canonical and grand-canonical ensembles and partition functions; Free Energy and connection with thermodynamic quantities; First- and second-order phase transitions; Classical and quantum statistics, ideal Fermi and Bose gases; Principle of detailed balance; Blackbody radiation and Planck's distribution law; Bose-Einstein condensation; Random walk and Brownian motion; Introduction to nonequilibrium processes; Diffusion equation.

VI. Electronics

Semiconductor device physics, including diodes, junctions, transistors, field effect devices, homo and heterojunction devices, device structure, device characteristics, frequency [illegible] amplification (Op-amp based, instrumentation amp, feedback), filtering and noise reduction, shielding and grounding; Fourier transforms; lock-in detector, box-car integrator, modulation techniques.

Applications of the above experimental and analytical techniques to typical undergraduate and graduate level laboratory experiments.

VIII. Atomic & Molecular Physics

Quantum states of an electron in an atom; Electron spin; Stern-Gerlach experiment; Spectrum of Hydrogen, helium and alkali atoms; Relativistic corrections for energy levels of hydrogen; Hyperfine structure and isotopic shift; width of spectral lines; LS & JJ coupling; Zeeman, Paschen Back & Stark effect; X-ray spectroscopy; Electron spin resonance, Nuclear magnetic resonance, chemical shift; Rotational, vibrational, electronic, and Raman spectra of diatomic molecules; Frank – Condon principle and selection rules; Spontaneous and stimulated emission, Einstein A & B coefficients; Lasers, optical pumping, population inversion, rate equation; Modes of resonators and coherence length.

IX. Condensed Matter Physics

Bravais lattices; Reciprocal lattice, diffraction and the structure factor; Bonding of solids; Elastic properties, phonons, lattice specific heat; Free electron theory and electronic specific heat; Response and relaxation phenomena; Drude model of electrical and thermal

conductivity; Hall effect and thermoelectric power; Diamagnetism, paramagnetism, and ferromagnetism; Electron motion in a periodic potential, band theory of metals, insulators and semiconductors; Superconductivity, type – I and type - II superconductors, Josephson junctions; Defects and dislocations; Ordered phases of matter, translational and orientational order, kinds of liquid crystalline order; Conducting polymers; Quasicrystals.

X. Nuclear and Particle Physics

Basic nuclear properties: size, shape, charge distribution, spin and parity; Binding energy, semi-empirical mass formula; Liquid drop model; Fission and fusion; Nature of the nuclear force, form of nucleon-nucleon potential; Charge-independence and charge-symmetry of nuclear forces; Isospin; Deuteron problem; Evidence of shell structure, single- particle shell model, its validity and limitations; Rotational spectra; Elementary ideas of alpha, beta and gamma decays and their selection rules; Nuclear reactions, reaction mechanisms, compound nuclei and direct reactions; Classification of fundamental forces; Elementary particles (quarks, baryons, mesons, leptons); Spin and parity assignments, isospin, strangeness; Gell-Mann-Nishijima formula; C, P, and T invariance and applications of symmetry arguments to particle reactions, parity non-conservation in weak interaction; Relativistic kinematics.